

B81

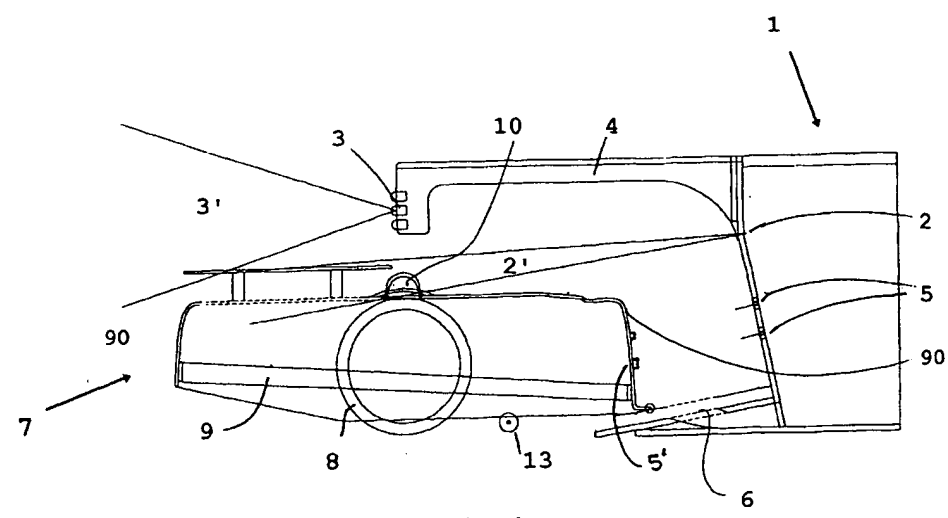


(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication: 16.01.2002 Bulletin 2002/03	(51) Int Cl.7: <b>G05D 1/02, B25J 19/00, A47L 9/00</b>
(21) Numéro de dépôt: <b>01202945.0</b>	
(22) Date de dépôt: <b>27.11.1998</b>	
(84) Etats contractants désignés: <b>AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE</b>	(72) Inventeur: <b>Colens, André</b> <b>1330 Rixensart (BE)</b>
(30) Priorité: <b>27.11.1997 BE 9700958</b> <b>22.12.1997 BE 9701046</b> <b>07.05.1998 BE 9800341</b>	(74) Mandataire: <b>Colens, Alain</b> <b>c/o Bureau Colens SPRL rue Franz Merjay 21</b> <b>1050 Bruxelles (BE)</b>
(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE: <b>98956726.8 / 1 049 964</b>	Remarques: Cette demande a été déposée le 03 - 08 - 2001 comme demande divisionnaire de la demande mentionnée sous le code INID 62.
(71) Demandeur: <b>Solar &amp; Robotics</b> <b>1050 Bruxelles (BE)</b>	

(54) **Améliorations à des robots mobiles et à leur système de commande**

(57) L'invention propose un robot de nettoyage comportant une brosse rotative et un microordinateur, un moyen de détection du blocage de la brosse rotative associé audit microordinateur, un algorithme de dégagement du robot, un moyen de débrayage de la brosse rotative par rapport au moteur y associé, l'algorithme comprenant une opération de débrayage et un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une reprise de l'avancement du robot. La vitesse de rotation de la brosse est constamment analysée par le microcontrôleur. Le moyen de débrayage consiste de préférence en un moyen de déconnexion du moteur par rapport à sa source d'alimentation. La manoeuvre de dégagement comprend un recul avec débrayage, une rotation et une analyse de l'état de blocage ou déblocage de la brosse, l'opération pouvant être répétée plusieurs fois.



**FIG. 4**

**EP 1 172 719 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un robot mobile autonome, de préférence un robot de nettoyage, et un système de contrôle d'un robot apte à le guider vers une station fixe et/ou apte à adapter son comportement au degré local de saleté et/ou comportant une brosse rotative et apte à le dégager lors du blocage de ladite brosse.

**[0002]** L'invention concerne notamment un système de guidage de la trajectoire d'un robot mobile autonome y compris le positionnement par rapport et l'approche vers une station fixe de recharge en énergie ou de décharge d'éléments récoltés par le robot. Il s'agira généralement mais pas exclusivement d'un robot de nettoyage du sol avec batteries rechargeables, par exemple un robot aspirateur. Ainsi, il peut par exemple aussi s'agir d'un robot d'épandage ou d'un robot de surveillance.

**[0003]** Un robot mobile autonome, alimenté par des batteries par exemple, présente une autonomie limitée. Si on veut obtenir un fonctionnement continu, le robot doit pouvoir venir recharger ses batteries à intervalle régulier. D'autres fonctions peuvent aussi nécessiter l'accès régulier à un point fixe comme le délestage d'un sac à poussière (aspirateur robotique) ou la réalimentation en carburant (moteur thermique) ou en un produit d'épandage.

**[0004]** Une solution à ce problème a été exposée (voir EP-A-0744093) par laquelle l'engin mobile, sensible au gradient d'un champ électromagnétique vient se repositionner automatiquement à l'aplomb d'une bobine parcourue par un courant alternatif.

**[0005]** Dans le cas de surfaces comportant des éléments perturbant le champ électromagnétique (ferraille de béton par exemple), le système en question fonctionne difficilement.

**[0006]** Il peut être alors préférable d'associer à la station fixe une source de rayonnement infrarouge (émetteur LED) permettant à l'engin mobile de la repérer à distance.

**[0007]** Selon un premier aspect de l'invention, un faisceau relativement étroit compris par exemple entre 2 et 10°, de préférence environ 5°, émerge de la station fixe. L'émetteur correspondant et la station y attachée sont préférentiellement orientés de manière à ce que le faisceau s'étende sur une longueur maximum de la surface de travail du robot. Le robot mobile, muni d'un système de détection directionnel d'émission infrarouge, se déplaçant essentiellement de manière aléatoire sur cette surface, croise et détecte le faisceau étroit de manière statistiquement périodique.

**[0008]** Selon un mode de réalisation préféré, si une certaine durée de travail est dépassée p.e. 15 à 45 minutes, quel que soit l'état de charge de la batterie, le robot reviendra vers la station fixe pour un cycle de recharge dès qu'il croise un faisceau infra-rouge d'une intensité donnée. S'il se trouve à proximité de la station après la durée de travail susmentionnée, il la rejoindra

et se rechargera donc. Ce procédé évite une opération de recherche du faisceau lorsque l'état de la batterie se situe au dessous d'un niveau prédéterminé. L'étroitesse du faisceau permet un positionnement final précis vis à vis de la station fixe, et donc par exemple une recharge par induction ou plus simplement par contact physique de conducteurs.

**[0009]** Au fur et à mesure que le temps de travail augmente, l'algorithme du microprocesseur fait en sorte que le seuil d'intensité du faisceau infra-rouge à détecter par le robot mobile, et initiant l'étape de retour, décroît de manière linéaire ou par incrément.

**[0010]** L'étape de retour peut comprendre l'arrêt de toutes les fonctions du robot qui ne sont pas indispensables pour retrouver la station de recharge.

**[0011]** Selon un autre aspect de l'invention, le système de guidage et de positionnement fait appel à au moins deux faisceaux de directionnalité différentes et issus de la station fixe, le ou les faisceaux les moins directionnels servant à l'approche vers une station fixe, tandis que le faisceau plus directionnel est utilisé pour l'étape ultime de positionnement précis du robot par rapport à cette station fixe. Cette variante permet un guidage du robot dans un environnement plus complexe (p.e. un appartement à plusieurs pièces, avec plusieurs portes).

**[0012]** L'émetteur du faisceau moins directionnel est localisé au niveau de la station fixe de manière à ce que son influence diminue lors de l'étape ultime d'approche et de positionnement du robot. Il peut être orientable à volonté et situé à l'extrémité d'un bras surplombant la station fixe proprement dite.

**[0013]** En phase de positionnement, il sera ainsi avantageusement localisé au dessus du robot, le faisceau émis étant hors du plan de détection des détecteurs du robot. Ce dernier par un mouvement de pivotement autour de son centre est alors apte à déterminer une position finale de recharge, par exemple avec contact physique, en se basant sur le signal de l'émetteur de plus forte directionnalité situé dans le plan de détection des détecteurs du robot. La puissance des faisceaux peut être différente, le faisceau le plus puissant étant généralement mais pas nécessairement le faisceau le moins directionnel.

**[0014]** Le robot comprend un système de détection directionnel d'émission infrarouge, par exemple composé d'au moins deux détecteurs directionnel dont les intensités des signaux sont comparés, de manière connue, par le microordinateur pour commander un pivotement vers la source d'émission. Ces détecteurs sont préférentiellement situés sur le châssis au centre du robot, dirigés dans le sens du mouvement du robot. Eventuellement, un ou plusieurs autres détecteurs sont prévus, par exemple sur les côtés ou à l'arrière, avantageusement avec une direction de détection sensiblement opposée à celle des détecteurs centraux. Avantageusement aussi, les faisceaux reconnus par les détecteurs du robot seront modulés afin d'éviter tout bruit de fond.

[0015] Selon cet aspect de l'invention, on propose donc un système de repérage et de positionnement par rapport à une station fixe pour robot mobile autonome se déplaçant dans des locaux caractérisé en ce que la station fixe émet deux faisceaux infrarouges modulés, essentiellement dans le plan des locaux, un des faisceaux étant sensiblement plus directionnel que l'autre. L'émetteur du faisceau le moins directionnel permet le repérage et l'approche de la station fixe par le robot mobile portant des détecteurs directionnels sensibles à ces faisceaux. Les signaux des détecteurs sont traités par un microordinateur commandant l'avancement du robot mobile, l'émetteur de plus faible directionnalité étant situé sur la station fixe à un emplacement tel qu'il se trouve en aplomb du robot mobile lorsque ce dernier a rejoint sa position désirée dans la station fixe, le faisceau le plus directionnel est alors apte à être davantage détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un algorithme basé sur la détection du faisceau étroit .

[0016] Selon une variante on propose un système de repérage et de positionnement à une station fixe pour robot mobile autonome se déplaçant dans des locaux caractérisé en ce que la station fixe émet au moins trois faisceaux infrarouges modulés, un des faisceaux étant sensiblement plus directionnel que les autres. Les émetteurs du faisceau le moins directionnel, et généralement de plus forte intensité, permet le repérage et l'approche de la station fixe par le robot mobile portant des détecteurs directionnels sensibles auxdits faisceaux. Les signaux des détecteurs étant traités par un microordinateur commandant l'avancement du robot mobile, les émetteurs de moindre directionnalité étant dirigés et situés sur la station fixe à des emplacements tels que les faisceaux se croisent à proximité immédiate de la station, le faisceau le plus directionnel, qui peut être de moindre intensité, étant alors apte à être davantage détecté par lesdits détecteurs, le positionnement précis étant effectué par rotation de l'engin autour d'un axe vertical selon un algorithme basé sur la détection du faisceau étroit .

[0017] Selon encore un autre variante, la modulation des faisceaux émis par la station fixe, comprenant alors un microordinateur, peut transmettre des informations à transmettre au robot, ou à un robot parmi d'autres si plusieurs robots sont utilisés avec une même station centrale. Ces informations peuvent se rapporter à la disponibilité de la station de charge et/ou de décharge, ou peuvent constituer une instruction de mode de travail, d'arrêt ou de rappel du robot, de localisation sonore du robot etc.. Eventuellement on peut aussi prévoir la transmission en retour vers la station fixe, à l'aide d'un émetteur infrarouge porté par le robot.

[0018] La présente invention concerne également une technique de guidage pour le nettoyage de sol par aspiration de poussière, applicable aux robots de nettoyage autonomes.

[0019] Le document EP-A-0769923 propose un engin autonome mobile de nettoyage de sol par aspiration, de faible puissance et de petite taille lui permettant de couvrir facilement une surface encombrée, par exemple, de meubles.

[0020] La recharge des batteries du robot est avantageusement couplée à la décharge de la poussière accumulée.

[0021] Le contenu du document susmentionné est incorporé par référence dans la présente description.

[0022] La faible puissance de ce robot aspirateur ne permet cependant pas toujours d'effectuer un nettoyage approfondi en un seul passage. Il peut donc être nécessaire lorsque l'engin est à l'aplomb d'une surface particulièrement encrassée, de prévoir un temps de passage plus long (par exemple passant de 20 cm/sec à 10 cm/sec) et/ou un trajet comportant des passages complémentaires pour nettoyer complètement la surface.

[0023] Dans ce but, selon un autre aspect de l'invention, une technique de nettoyage particulière est proposée, technique applicable à tout robot autonome de nettoyage par aspiration et/ou brossage.

[0024] La technique de guidage pour le nettoyage de sol par un robot aspirateur est en effet caractérisé en ce que le trajet suivi par le robot dépend de la quantité de particules présente sur la surface à nettoyer, ladite quantité étant estimée par un analyseur de particules situé à proximité de l'orifice d'aspiration, ou dans une cavité de brossage du robot, ledit analyseur envoyant des signaux à un microordinateur porté par le robot mobile et commandant le déplacement du robot en fonction des dits signaux.

[0025] Par ailleurs, ledit analyseur de particules peut avoir aussi comme fonction de déterminer également le degré de remplissage du réservoir à poussière. Si la poussière s'accumule au delà d'un certain point un même faisceau infrarouge localisé après l'orifice d'aspiration, c'est à dire au niveau du réservoir précédent le filtre, sera interrompu, ce que le microordinateur interprétera comme un signal correspondant.

[0026] En fonction de la quantité mesurée de poussière aspirée, le microordinateur peut par exemple commander un ralentissement et/ou un mouvement de va et vient linéaire du robot mobile.

[0027] Le microordinateur peut aussi commander un mouvement de nettoyage systématique, par exemple un mouvement de va et vient en éventail, du robot mobile.

[0028] Avantageusement le microordinateur peut prendre en compte la grosseur des particules et leur nombre, selon l'amplitude et la fréquence des signaux émis par l'analyseur de particules. Une analyse du type de poussière récoltée grâce à la connaissance de la grosseur des grains et de leur nombre permet d'affiner le comportement du robot en agissant sur la trajectoire, la vitesse de rotation de la brosse et/ou la puissance de la turbine de l'aspirateur.

[0029] L'analyseur de poussière comporte par exem-

ple un émetteur et un récepteur, de préférence infrarouge.

**[0030]** Le microordinateur peut avantageusement garder en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance, l'activation d'un algorithme de nettoyage particulier tenant compte de ladite moyenne.

**[0031]** De plus, avantageusement, le robot aspirateur peut comprendre un détecteur de poussière dont un ou plusieurs éléments sont périodiquement ou constamment désencrassés automatiquement par un flux d'air dépoussiéré dirigé vers sa surface.

**[0032]** Selon un autre aspect de la présente invention le robot autonome est un robot comprenant une brosse rotative.

**[0033]** L'invention propose ainsi un robot de nettoyage d'une surface comportant comme élément de nettoyage au moins une brosse rotative et comportant un microordinateur contrôlant au moins, via un algorithme, la vitesse et/ou le trajet du robot caractérisé en ce que le microordinateur est associé à un algorithme qui tient au moins compte, pour déterminer ladite vitesse et/ou ledit trajet, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative. Le robot de nettoyage est typiquement un robot aspirateur.

**[0034]** Avantageusement, le microordinateur du robot-aspirateur tient au moins compte, pour déterminer la puissance d'aspiration, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative. La puissance d'aspiration peut entre autres être dépendante de la vitesse de rotation de ladite brosse.

**[0035]** Le microordinateur est apte à tenir compte de la mesure de la vitesse de rotation du moteur pour déterminer le comportement dudit robot.

**[0036]** La présence de brosse rotative présente cependant l'inconvénient de voir la brosse se bloquer lorsque celle-ci rencontre, par exemple, les franges d'un tapis disposé sur la surface à nettoyer.

**[0037]** Une solution à ce problème a été décrite dans la demande de brevet PCT WO 97/40734 et consiste à inverser le sens de rotation de la brosse de manière à la dégager.

**[0038]** La solution de la présente demande a l'avantage de ne pas nécessiter un contrôle précis de la brosse ni une inversion de son sens de rotation de la brosse ce qui simplifie la conception du robot. Cette solution plus simple s'est par ailleurs révélée plus efficace en pratique.

**[0039]** Le dispositif selon l'invention comprend un système de brosse rotative - entraîné par un moteur - activé par le microcontrôleur (ou microordinateur) commandant l'ensemble des fonctions du robot autonome. Il est fait référence à cet égard à la demande de brevet PCT WO 96/01072 incorporée par référence dans la présente demande.

**[0040]** La vitesse de rotation de la brosse est analysée par le microcontrôleur, de préférence constamment.

**[0041]** Cette mesure peut être réalisée selon plu-

sieurs techniques connues en soi (mesure du courant consommé par le moteur dans le cas d'un moteur DC, mesure de la fréquence des impulsions dans le cas d'un moteur sans balais, codeur optique, ...)

**[0042]** La mesure de cette vitesse de rotation permet au microcontrôleur de déduire certaines informations concernant, par exemple, la nature du sol nettoyé ou l'occurrence d'un incident et d'adapter le comportement du robot en conséquence.

**[0043]** Lors de la survenue d'un incident, l'arrêt de la rotation de la brosse provoqué par exemple par l'enroulement de franges d'un tapis autour de l'axe de la brosse, le microcontrôleur débrayera la brosse et fera effectuer au robot une série de manoeuvres de désengagement. Le débrayage peut être selon la conception du robot, un débrayage mécanique mais sera de préférence un débrayage électrique, obtenu en coupant la connexion du moteur à son alimentation.

**[0044]** A titre d'exemple on notera ci-après une série de manoeuvres s'étant révélées particulièrement adaptées.

**[0045]** Le robot recule d'une distance égale à son diamètre (brosse débrayée). Ce faisant les franges exercent un effort de déroulement sur l'axe de la brosse qui est en roue libre.

**[0046]** La brosse se libère. Le recul amène le robot en dehors de la zone de frange. Celui-ci effectue alors une rotation tout en réembrayant la brosse. Si à cet instant la brosse est toujours bloquée, il arrête son mouvement de rotation et effectue un nouveau recul suivi d'une nouvelle tentative de rotation et ainsi de suite jusqu'à ce que la brosse soit dégagée.

**[0047]** Le nombre de répétitions maximal est fixé par le programme et par la distance libre maximale de recul du robot.

**[0048]** Si cette distance maximale est atteinte sans que la brosse ne soit dégagée, le robot continuera les répétitions mais en marche avant.

**[0049]** Si aucune manoeuvre ne réussit à libérer la brosse, le robot se met en signal d'attente et une intervention manuelle est nécessaire.

**[0050]** Avantageusement, l'analyse de vitesse de rotation de la brosse permet aussi de connaître la nature du sol nettoyé.

**[0051]** Une vitesse de rotation élevée signale un sol lisse, une vitesse plus lente un sol recouvert de moquette d'autant plus épaisse que la vitesse est lente. Cette analyse permet au robot d'adapter la vitesse d'avance et la puissance d'aspiration en fonction du sol à nettoyer.

**[0052]** L'invention peut être appliquée à d'autres robots de nettoyage que des robots-aspirateurs, par exemple des robots pour nettoyer des surfaces quelconques avec des liquides de nettoyage ou des robots pour cirer des parquets.

**[0053]** L'invention concerne donc aussi un robot de nettoyage comportant une brosse rotative et un microordinateur, un moyen de détection du blocage de la brosse rotative associé audit microordinateur, un algorithme de

dégagement du robot, un moyen de débrayage de la brosse rotative par rapport au moteur y associé, l'algorithme comprenant un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une reprise de l'avancement du robot.

**[0054]** Le moyen de débrayage consiste avantageusement en la déconnection du moteur par rapport à sa source d'alimentation.

**[0055]** En résumé, le robot de nettoyage d'une surface selon un aspect de l'invention comporte au moins une brosse rotative, la vitesse et/ou le trajet et/ou l'éventuelle puissance d'aspiration d'une turbine, étant dépendante de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.

**[0056]** Pour un robot aspirateur, en particulier domestique, le mouvement de rotation de la brosse a lieu de préférence dans un plan vertical à la surface à nettoyer.

**[0057]** L'invention concerne aussi un procédé de fonctionnement d'un robot de nettoyage comme susmentionné, le blocage de la brosse rotative étant détecté par ledit microordinateur qui contrôle dès lors une opération de dégagement du robot, ladite opération de dégagement comportant au moins un débrayage de la dite brosse rotative par rapport au moteur l'entraînant, couplé à un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une reprise de l'avancement du robot. L'opération de dégagement est éventuellement susceptible de comprendre plusieurs cycles de débrayage-recul-rotation-avancement.

**[0058]** Selon encore un autre aspect de l'invention, qui peut s'appliquer à tout robot mobile autonome, plus avantageusement à des robots de grande dimension (p. e. 80 à 250 cm), le robot comporte un senseur de collision linéaire entourant en totalité ou en partie la base du carénage dans le plan de déplacement. Le senseur est constitué d'un conducteur linéaire métallique et, parallèlement, un élément linéaire en plastique conducteur, par exemple en caoutchouc conducteur. L'ensemble peut être compris dans une gaine ou une membrane souple isolante fixé le long du bord de la carrosserie. Par exemple, les éléments linéaires sont fixés par collage à deux faces internes opposées de la gaine. Ces deux éléments sont séparés par une faible distance. Les extrémités du plastique conducteur sont soumises à une différence de potentiel, par exemple de 5 volt soit 0 volt à une extrémité et 5 volt à l'autre extrémité. Lors d'une collision du robot avec un obstacle frontal ou latéral un des deux éléments est apte à entrer élastiquement en contact avec l'autre élément sous l'effet d'une pression momentanée résultant de l'impact du robot avec un obstacle. On comprendra que la tension instantanée sur l'élément conducteur est fonction de la distance du point d'impact à une des extrémité du plastique conducteur, qui présente une résistance beaucoup plus importante. Ainsi une tension mesurée de 2,5 volt signifie que l'impact a eu lieu approximativement au milieu du senseur linéaire. La mesure de la tension au niveau de l'élément conducteur constitue ainsi un signal envoyé au microordinateur pour localiser le point d'impact

sur la base du carénage.

**[0059]** Les améliorations selon l'invention s'appliquent particulièrement aux robots mobiles se déplaçant, en mode de fonctionnement normal, de manière aléatoire sans système de positionnement précis.

**[0060]** Les différents aspects de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description complémentaire qui suit, qui se réfère aux dessins fournis en annexe à titre d'exemple uniquement, et donc sans limiter la portée de cette description complémentaire. Chaque caractéristique décrite, prise séparément, est généralisable en fonction de la connaissance de l'homme de l'art. Les références numériques identiques d'un dessin à l'autre se rapportent à des éléments identiques ou équivalents.

**[0061]** Dans les dessins,

la fig. 1 représente schématiquement une vue de côté de la station fixe comportant deux émetteurs infra rouge,

la fig. 2 représente schématiquement une vue du dessus de la station fixe,

la fig. 3 représente schématiquement une vue du dessus d'une variante de la station fixe

la fig. 4 représente schématiquement la station et un robot mobile s'en approchant

la fig. 5 représente schématiquement, vu du dessus, un robot mobile circulaire.

la fig. 6 est une vue schématique en coupe de face d'une unité d'aspiration d'un robot muni d'une brosse selon l'invention et d'un système de détection de poussière.

la fig. 7 est une vie schématique de côté d'un robot à brosse selon l'invention

la fig. 8 est une vue illustrant la technique de nettoyage

la fig. 9 illustre un robot aspirateur à brosse vu de côté

la fig. 10 illustre le robot de la fig. 10 vu de face

la fig. 11 illustre un algorithme de désengagement lors du blocage de la brosse

les figs. 12a à 12c illustrent un procédé de localisation du point d'impact du robot avec un obstacle.

**[0062]** En se référant aux figs. 1 et 2, la station fixe 1 comporte deux générateurs de faisceaux infrarouge 2,3. La lumière infrarouge est modulée à une fréquence de quelques kilohertz (p.e. 56 KHz). La station comporte un émetteur IR 2 émettant un faisceau étroit d'environ 5° de faible puissance et un émetteur IR 3 émettant un faisceau large éventuellement omnidirectionnel de puissance plus élevée. L'émetteur 3 est placé de telle sorte que l'engin mobile puisse venir se positionner librement sous celui-ci, son centre de rotation pouvant coïncider avec l'origine du faisceau 3'. L'émetteur peut ainsi être placé au bout d'un bras 4 surplombant la base, ou plaque de réception du robot, de la station de recharge.

**[0063]** Selon un autre mode de réalisation illustré à la

fig. 3, l'origine du faisceau 3' peut éventuellement être une origine virtuelle 3a obtenue par le croisement au point 3a de deux faisceaux d'origine 3b et 3c.

[0064] La station fixe comporte les différents éléments nécessaires à sa fonction: p.e. système de recharge de batterie comportant des contacts 5, orifice de vidange 6 pour un aspirateur. Le robot mobile 7 illustré schématiquement aux figs. 4 et 5 est un robot aspirateur comportant une ou plusieurs batteries rechargeables. Le robot est essentiellement circulaire et comporte deux roues motrices 8, permettant notamment une rotation sur lui-même. On distingue une bague circulaire de renforcement latéral de la carrosserie 90.

[0065] On distingue disposés en cercle les orifices 16 de sortie de la turbine de l'aspirateur. On distingue également les deux roues motrices 8a, 8b entraînées par les deux moteurs 12a, 12b et des petites roulettes libres 13 à proximité de l'orifice d'aspiration (non illustré).

[0066] L'engin comporte en son centre de rotation au moins un capteur infrarouge 10 directionnel, de préférence deux (10a, 10b), dans ce dernier cas de préférence faisant entre eux un angle égal à leur angle de détection. Le ou les capteurs étant orientés dans le sens de l'avancement de l'engin mobile. Un ou des capteurs supplémentaires 11a, 11b orientés autrement, de préférence vers l'arrière peuvent utilement compléter le dispositif. L'emplacement de ce ou ces capteurs supplémentaires ne devant pas nécessairement se situer au ou à proximité du centre de rotation de l'engin. Les signaux provenant des différents capteurs sont amplifiés, filtrés et connectés au microprocesseur contrôlant le déplacement de l'engin, par l'intermédiaire d'un convertisseur A/D. Les lobes de sensibilité de détection (directionnalité) sont illustrés en pointillés.

[0067] Les signaux peuvent éventuellement être multiplexés c.à.d. analysés séquentiellement par le microordinateur contenu dans le robot, chaque signal étant connecté à son tour à la chaîne d'amplification et de conversion par l'intermédiaire d'un commutateur électronique.

[0068] Le faisceau infrarouge de forte puissance 3' illumine une partie de l'espace dans lequel circule l'engin. L'illumination se fait soit directement si il n'y a pas d'obstacle sur le trajet du faisceau, soit indirectement par réflexion ou diffraction dans le cas contraire. Ceci permet à la lumière IR de pénétrer dans des parties de l'espace n'étant pas en vue directe de la source. L'utilisation de faisceaux larges et de puissance importante permet de couvrir par exemple des locaux communiquant par des portes. Dans des environnements très complexes il peut être utile de disposer en complément des réflecteurs ou même des répéteurs.

[0069] L'engin mobile se déplaçant de manière principalement aléatoire, il arrive toujours un moment durant son déplacement où un de ses deux capteurs détectera le signal I.R., soit en provenance directe de la source soit par réflexion.

[0070] Le microordinateur commandera alors, de ma-

nière connue, une rotation de l'engin de façon à obtenir le même signal sur les deux capteurs frontaux 10a et 10b et un signal minimum sur l'arrière (ceci dans le cas de l'utilisation de 3 ou plus de détecteurs, 11a, 11b).

5 [0071] Le microordinateur fera alors progresser l'engin vers l'origine du signal, c'est à dire la station fixe 1. Cette dernière aspect de la technique de "homing" est connue en soi.

10 [0072] Si le signal provient d'une réflexion, il arrivera un moment où l'engin se dirigeant vers le point de réflexion rencontrera le rayon direct émis par l'émetteur 2 (voir figs. 1-4), ou un rayonnement de degré de réflexion moindre. Il pivotera alors naturellement vers la source du signal du fait de l'équilibrage du signal sur ses deux détecteurs frontaux 11a, 11b.

15 [0073] Arrivé à proximité de la station fixe, l'engin mobile 7 viendra se positionner de manière à faire coïncider les capteurs situés à son centre de rotation (capteurs frontaux 11a, 11b) aux environs de l'origine du faisceau 3.

20 [0074] Son approche pouvant se faire de plusieurs directions, sa position ne sera sans doute pas adéquate pour réaliser une connexion électrique via les connecteurs 5, 5' avec le chargeur ou toutes autres opérations. C'est alors que le faisceau étroit 2' de faible puissance entre en jeu. Arrivant à l'aplomb du générateur 3 le signal capté par les détecteurs 10a, 10b diminue considérablement et devient nettement moins fort que le signal provenant du faisceau étroit 2'. En effet les capteurs ne sont pas omnidirectionnels et ne sont en particulier pas conçus pour détecter efficacement un signal infra-rouge dans la direction verticale par rapport à la surface de déplacement.

25 [0075] L'engin 7 va donc pivoter sur lui-même pour s'aligner avec le faisceau 2' et reprendre sa progression de manière à se positionner parfaitement sur la station fixe, et permettre ainsi, par exemple, une liaison électrique physique via les connecteurs 5, 5' pour l'opération de recharge des batteries.

30 [0076] Un autre aspect de la présente invention est illustré aux figs. 6 à 8

35 [0077] la fig. 6 est une vue schématique en coupe de face de l'unité d'aspiration du robot supporté par un élément du châssis 35, variante du robot des figures 4 et 5. Ce robot est muni d'une brosse 24 constitué de balais 25 tournant autour d'un axe 26.

40 [0078] On distingue dans la figure 7 la turbine d'aspiration 20, des roues motrices 21, un filtre 23, l'aire circulaire 29 d'éclairage de l'émetteur 27, aire centrée sur le détecteur 28, et des détecteurs infrarouge 10a, 10b. Les flèches de la fig. 7 illustrent le trajet de l'air dans le robot aspirateur.

45 [0079] Le dispositif particulier de détection de poussière selon un mode de mise en oeuvre de l'invention est prévu dans le robot mobile et comporte deux parties :

- Un analyseur de poussière d'une part constitué d'un

élément émetteur infrarouge 27 et d'un élément récepteur infrarouge 28. Ces deux éléments sont disposés de part et d'autre de l'orifice d'aspiration 29 et sont placés dans l'axe l'un de l'autre. Lorsque des poussières sont aspirées ou projetées par la brosse rotative 24, elles créent en passant entre l'élément émetteur et l'élément récepteur une diffraction de la lumière 27' générant une variation de signal à la sortie de l'élément récepteur 28.

**[0080]** L'amplitude de la variation de signal est approximativement proportionnelle à la grosseur des grains et sa fréquence au nombre de grains passant par seconde à travers le faisceau.

**[0081]** Ce signal amplifié par un amplificateur logarithmique est analysé par le microordinateur contrôlant l'engin.

**[0082]** La valeur de l'intensité moyenne du faisceau reçu par le récepteur est également communiquée au microordinateur.

- D'autre part le microordinateur possède un programme lui permettant de réagir en fonction des éléments qui lui sont communiqués par l'analyseur susmentionné.

**[0083]** Le fonctionnement de l'engin selon ce mode de mise en oeuvre est décrit ci-après.

**[0084]** Lorsque l'engin se déplace sur la surface à nettoyer, le signal provenant du détecteur de poussière est constamment analysé par le microordinateur. Celui-ci fait réagir l'engin par exemple de la manière suivante :

- Si la surface sale est petite (détection de particules sur une distance inférieure à 1 cm), l'engin diminue sa vitesse de manière à augmenter le temps de nettoyage dans la zone considérée. Cette variation de vitesse peut être également liée à la dimension et à la fréquence des grains détectés.
- Si la surface sale est plus importante (détection de particules sur une distance comprise p.e. entre 1 et 5 cm), l'engin effectue un mouvement de va et vient jusqu'à ce que il ne détecte plus de poussière, il poursuit alors sa route.
- Si finalement la surface sale est suffisamment importante (p.e. plus de 5 cm), l'engin rentre dans un mode de nettoyage systématique tel que décrit dans la figure 8.

**[0085]** Dans la fig. 8 la distance d est la largeur effective d'aspiration de l'engin 7.

**[0086]** L'engin guidé par le microordinateur commence par faire un aller et retour pour déterminer la longueur totale de la tache 30. Revenu à son point de départ 31, il effectue une rotation à droite d'un angle  $\alpha$  fonction de la longueur de la tache, il progresse jusqu'au bord de la

tache 30 et revient à son point de départ 31 pour effectuer une nouvelle rotation à droite. Ainsi de suite jusqu'à ce que la partie droite de la tache soit nettoyée (absence de détection de particules). Il s'oriente à nouveau dans l'axe de la tache en tournant à gauche d'un angle égal à la somme des incréments effectués vers la droite et réitère le même scénario à partir du centre mais vers la gauche.

**[0087]** Lorsqu'une absence de particules aura été détectée sur la gauche, il revient au centre 31 et reprend sa progression normale.

**[0088]** D'autres algorithmes de nettoyage systématique peuvent être adoptés (parcours en spirale etc.), de manière moins préférée.

**[0089]** Le niveau de saleté pouvant différer fortement d'un local à l'autre, il peut être intéressant de démarrer le processus de nettoyage systématique tel que décrit précédemment seulement si le niveau de saleté instantanée est nettement supérieur au niveau moyen du local. Ceci est réalisé en gardant en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance.

**[0090]** Le système de détection de poussière peut être monté de telle sorte qu'un flux d'air dépoussiéré ou sans poussière soit dirigé vers le détecteur et/ou l'émetteur 27, 28 pour empêcher l'encrassement rapide de ceux-ci.

**[0091]** Ce flux est amené par exemple par des canaux 32 prévu dans la paroi s'ouvrant en un orifice situé sous le détecteur et/ou l'émetteur. Alternativement et de manière actuellement moins préférée, le flux d'air peut être amené par une conduite déviant l'air rejeté par la turbine.

**[0092]** Un encrassement pourrait cependant quand même se produire diminuant l'amplitude des signaux reçus. Cet encrassement est détecté par le microordinateur grâce au second signal provenant du détecteur (intensité moyenne du faisceau). Le microordinateur peut soit tenir compte de cet encrassement en compensant automatiquement les lectures faites, soit agir sur l'émetteur infrarouge de manière à garder constante l'illumination moyenne du récepteur.

**[0093]** Les figs. 9 et 10 illustrent les composants d'un robot aspirateur avec brosse et détection de poussière selon un autre mode de mise en oeuvre de l'invention.

**[0094]** On y distingue une turbine 20 avec le moteur y associé 41 pour aspirer l'air et la poussière de l'orifice d'aspiration 29. On distingue également : un premier filtre 23a, et un second filtre 23b, plus fin, les roues motrices 8a et 8b, et les motoréducteurs 12a, 12b et une paire de roulettes 13, le moteur 48 de la brosse rotative 24, le réservoir à poussière 42 les détecteurs IR avant 10 et la butée 91 sur la carrosserie 90. On illustre également la carte de circuits intégrés 43 supportant le microprocesseur 44. A la fig. 10, on distingue plus précisément les ressorts de suspension 50a, 50b à deux bras (avec axe 51a, 51b) et les supports articulés 52, 52a des moteurs 12a, 12b.

[0095] La figure 11 représente un diagramme illustrant un exemple d'algorithme selon l'invention, intervenant en cas de blocage de la brosse du robot.

[0096] Les figs. 12a à 12c représentent un dispositif de détection du point d'impact du robot avec un obstacle. La fig. 12a est une coupe transversale, la figure 12b est une coupe longitudinale et la figure 12c représente les éléments 61, 62 entourant le robot 7 (la gaine 60 n'est pas représentée).

[0097] La base du robot est essentiellement entourée, dans le plan de déplacement, d'un élément creux isolant linéaire 60. Cet élément 60 comprend intérieurement et longitudinalement un élément résistif linéaire souple 61 solidaire via la colle 63 à une partie extérieure, par rapport au robot, de la face interne. Cet élément est un élément résistif constitué d'un caoutchouc conducteur. Les extrémités de cet élément résistif sont soumis à une différence de potentiel de 5 V. Opposé à cet élément résistif 61 on prévoit un élément conducteur métallique 62 éventuellement solidaire de 60 également par collage. Un impact d'un obstacle 65 sur l'élément 60 provoquera un contact élastique entre l'élément résistif 61 et l'élément conducteur 62. La mesure de la tension sur le conducteur permet de déterminer la distance d et donc la localisation de l'impact. On comprendra que cette technique de détection de point d'impact peut largement s'appliquer dans le domaine des robots mobiles. Pour certaines applications on peut également prévoir plusieurs éléments 60 dans des plans différents.

[0098] L'invention se rapporte à tout élément neuf de la présente description, que l'homme de métier comprendra pouvoir considérer isolément ou en combinaison.

## Revendications

1. Robot de nettoyage comportant une brosse rotative et un microordinateur, un moyen de détection du blocage de la brosse rotative associé audit microordinateur, un algorithme de dégagement du robot, un moyen de débrayage de la brosse rotative par rapport au moteur y associé, l'algorithme comprenant, lors d'un blocage, une opération de débrayage et un mouvement de recul du robot suivi d'une rotation et d'une reprise de l'avancement.
2. Robot selon la revendication 1 dans lequel le moyen de débrayage consiste en la déconnection du moteur par rapport à sa source d'alimentation.
3. Robot selon n'importe laquelle des revendications précédentes dans lequel la vitesse de rotation de la brosse est constamment analysée par le microcontrôleur.
4. Robot selon n'importe laquelle des revendications précédentes dans lequel la manoeuvre de dégage-

ment comprend un recul d'une distance égale à son diamètre, l'axe de la brosse étant en roue libre.

5. Robot selon la revendication précédente dans lequel la manoeuvre de dégagement comprend ensuite une rotation et une opération de réembrayage de la brosse, une analyse de l'état de blocage ou déblocage de la brosse, et en cas de blocage persistant, un arrêt du mouvement de rotation et nouveau recul suivi d'une nouvelle tentative de rotation et ainsi de suite jusqu'à ce que la brosse soit dégagée, le nombre de réitérations maximal étant fixé par le programme et par la distance libre maximale de recul du robot.
6. Robot selon la revendication précédente dans lequel, si cette distance maximale est atteinte sans que la brosse ne soit dégagée, le robot continuera les itérations mais en marche avant.
7. Robot selon la revendication 5 ou 6 dans lequel l'algorithme prévoit que si aucune manoeuvre ne réussit à libérer la brosse, un mode d'attente d'une intervention manuelle est appliqué.
8. Robot selon n'importe laquelle des revendications précédentes comportant au moins une brosse rotative et un microordinateur contrôlant au moins, via un algorithme, la vitesse et/ou le trajet du robot **caractérisé en ce que** le microordinateur est associé à un algorithme qui tient au moins compte, pour déterminer ladite vitesse et/ou ledit trajet, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.
9. Robot de nettoyage selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un robot aspirateur.
10. Robot selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** le microordinateur tient au moins compte, pour déterminer la puissance d'aspiration, de la mesure de la vitesse de rotation de ladite brosse rotative.
11. Robot selon la revendication précédente incorporant une technique de guidage pour le nettoyage du sol **caractérisé en ce que** le trajet suivi par le robot dépend de la quantité de particules présente sur la surface à nettoyer, ladite quantité étant estimée par un analyseur de particules situé à proximité de l'orifice d'aspiration du robot aspirateur, ledit analyseur envoyant des signaux à un microordinateur porté par le robot mobile et commandant le déplacement du robot en fonction des dits signaux.
12. Robot selon la revendication précédente dans lequel le microordinateur peut commander un ralentissement et/ou un mouvement de va et vient linéai-



re et/ou un mouvement de va et vient en éventail.

13. Robot selon les revendications 13 et 14 dans lequel le microordinateur garde en mémoire une moyenne globale du niveau de poussière détectée par le détecteur de poussière sur une grande distance, l'activation d'un algorithme de nettoyage particulier tenant compte de ladite moyenne. 5
14. Robot selon n'importe laquelle des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comporte un 10  
senseur de collision linéaire entourant en totalité ou en partie la base du carénage, senseur comprenant un conducteur linéaire métallique et, parallèlement, un élément linéaire en plastique conducteur, par 15  
exemple en caoutchouc conducteur, dont les extrémités sont soumises à une différence de potentiel, l'élément linéaire en plastique étant apte à entrer élastiquement en contact avec l'élément linéaire conducteur sous l'effet d'une pression momentanée 20  
résultant de l'impact du robot avec un obstacle, la mesure du courant mesuré au niveau de l'élément conducteur étant un signal envoyé au microordinateur pour localiser le point d'impact sur la base du carénage. 25

30

35

40

45

50

55

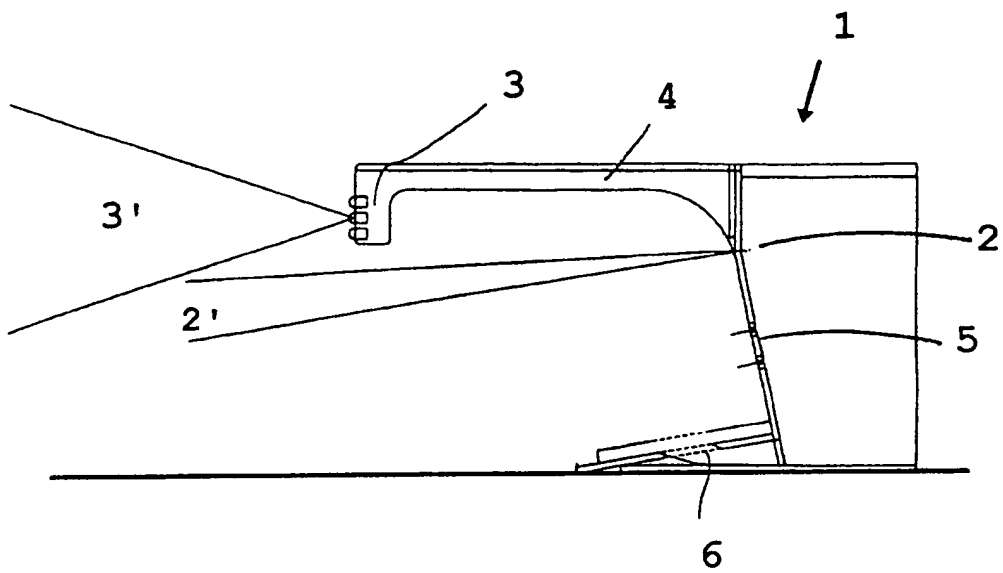


FIG. 1

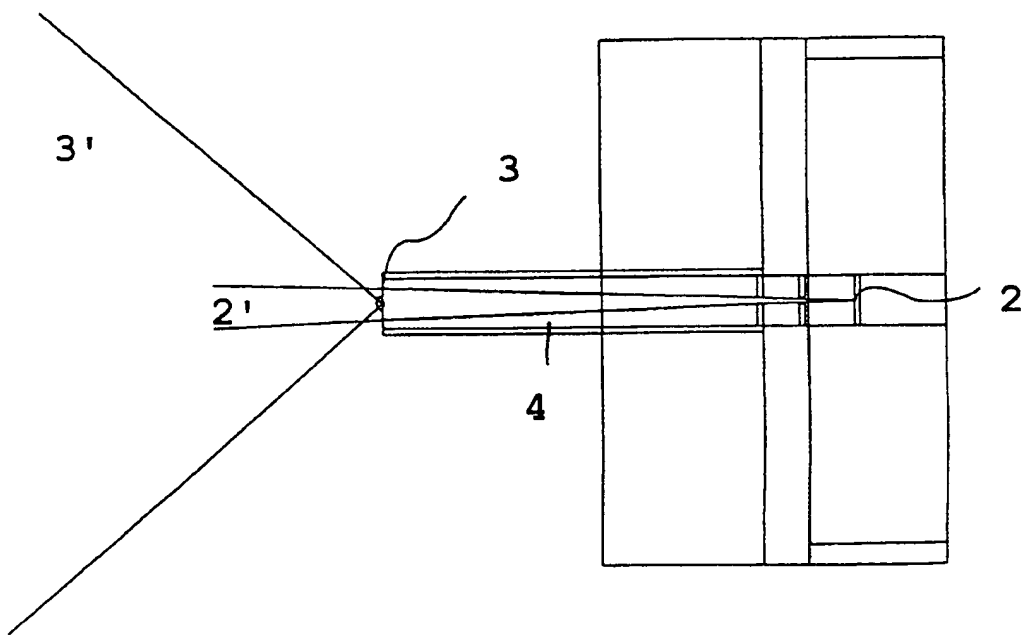


FIG. 2

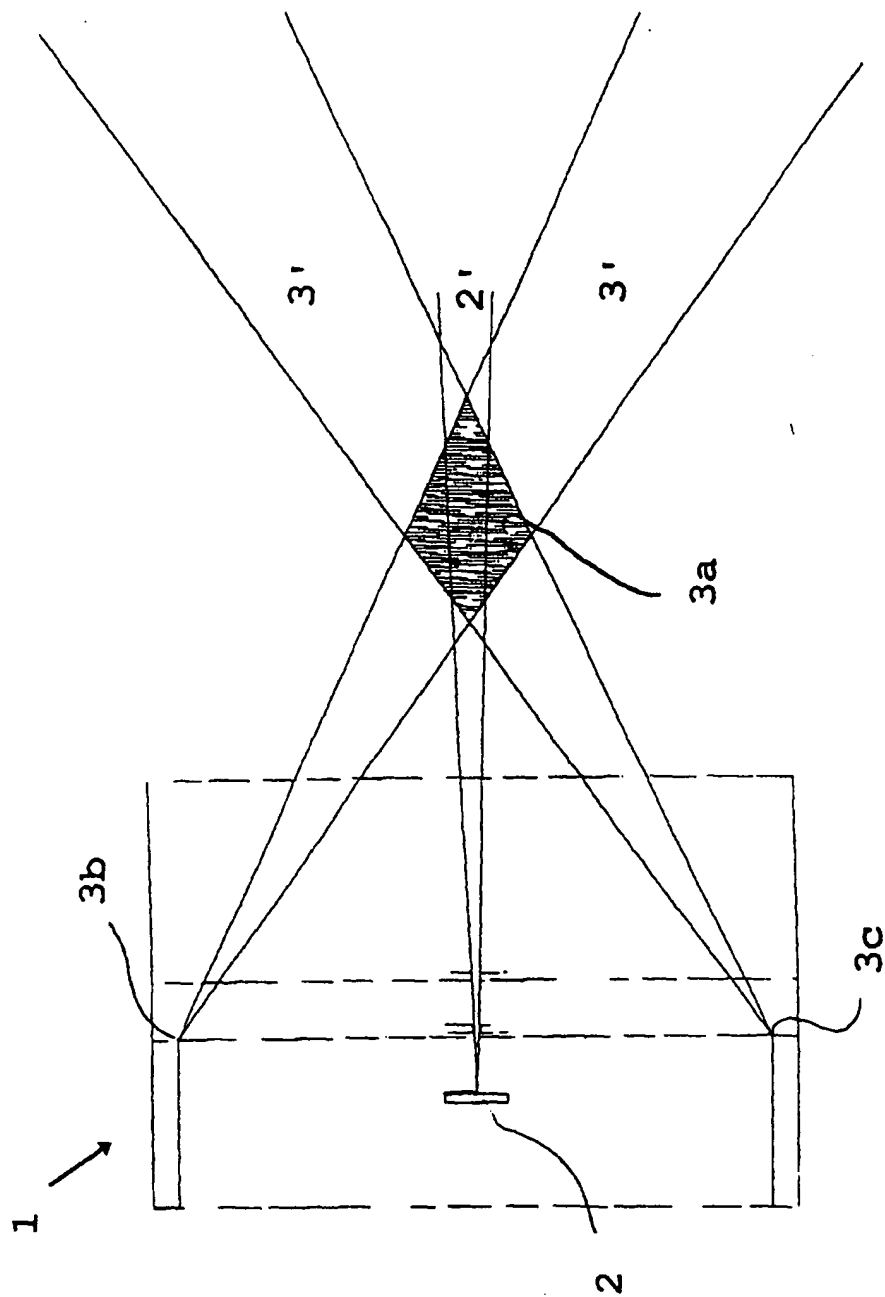


FIG. 3

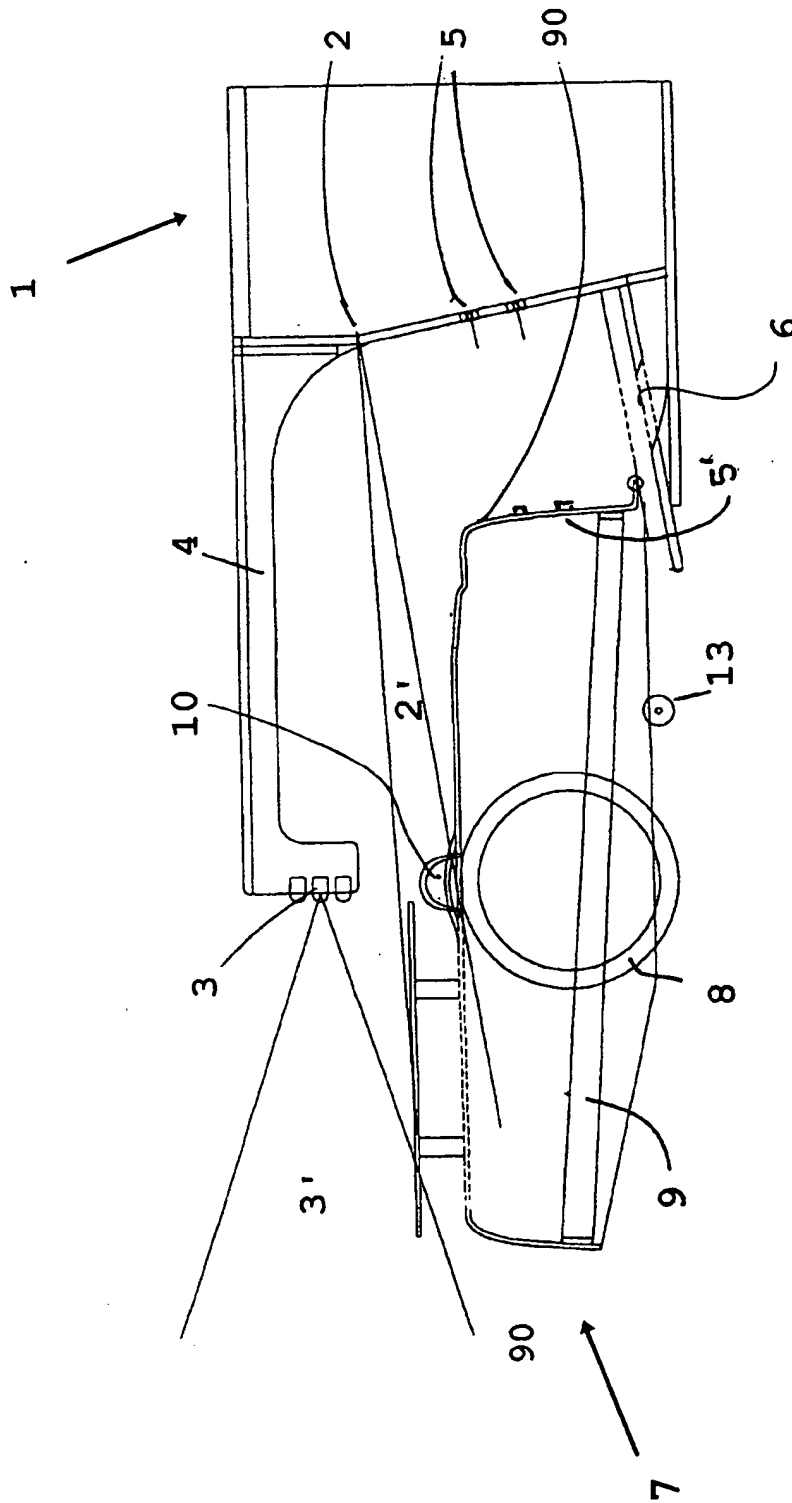
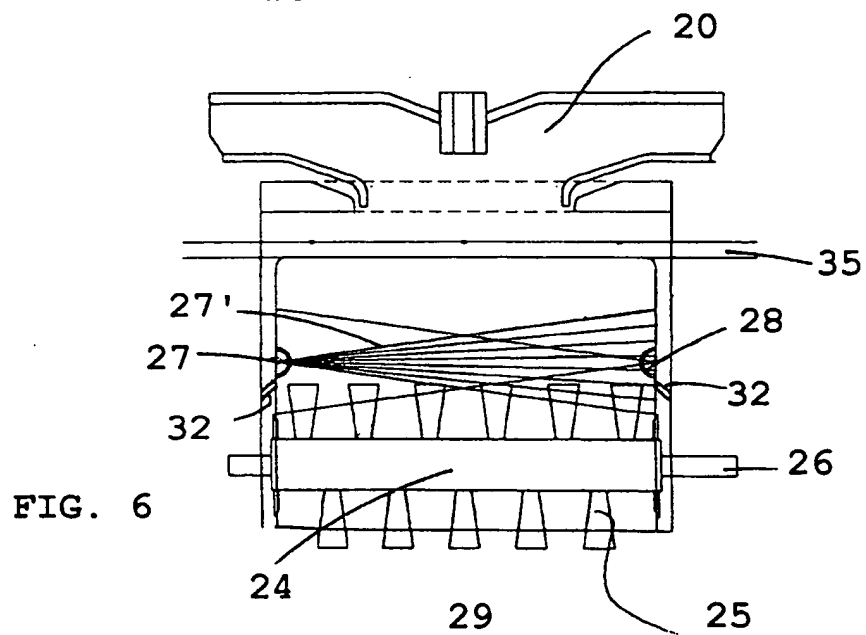
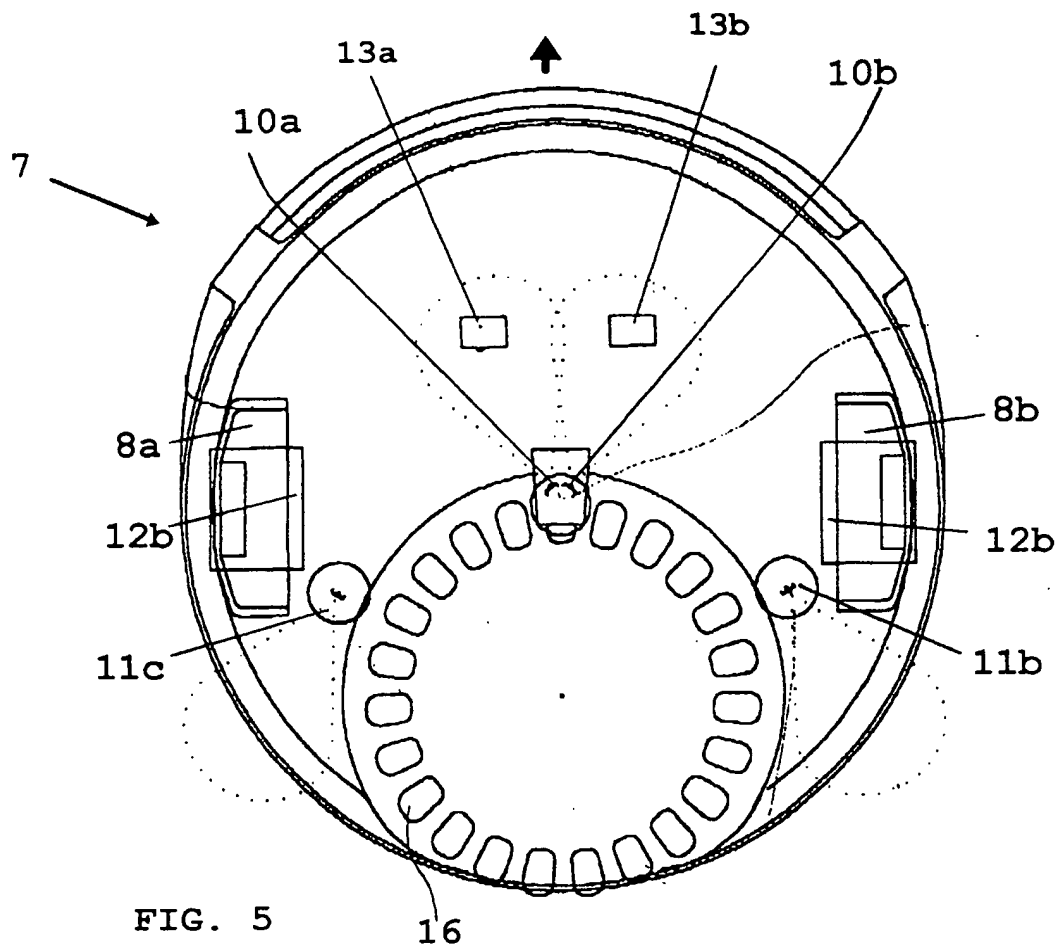


FIG. 4



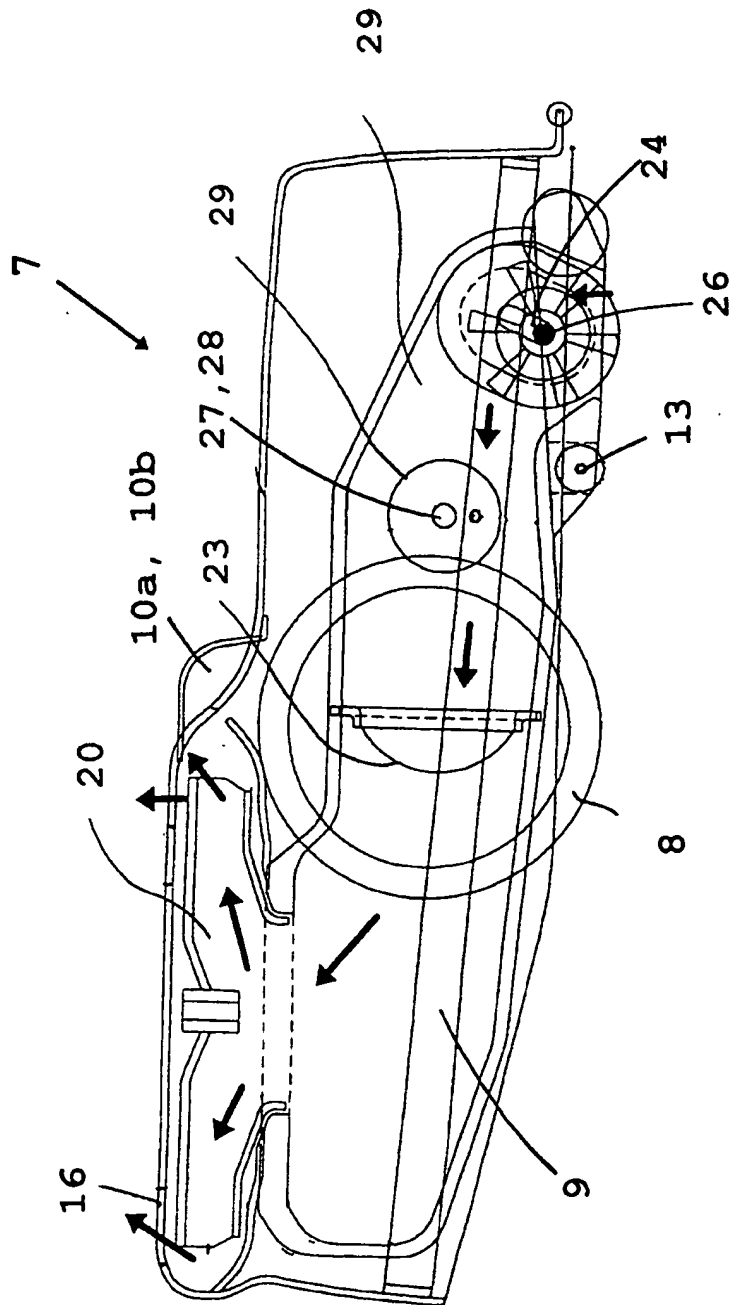


FIG. 7

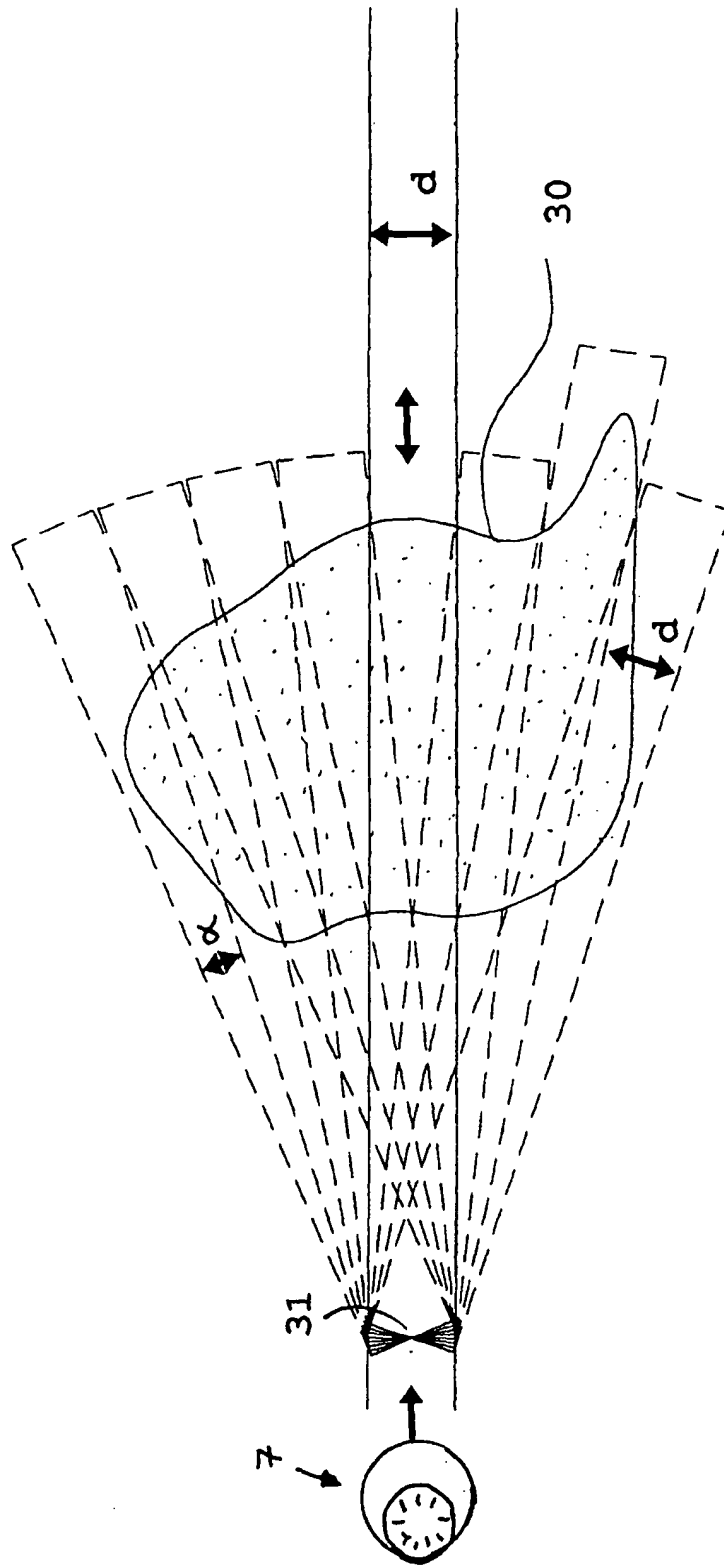


FIG. 8

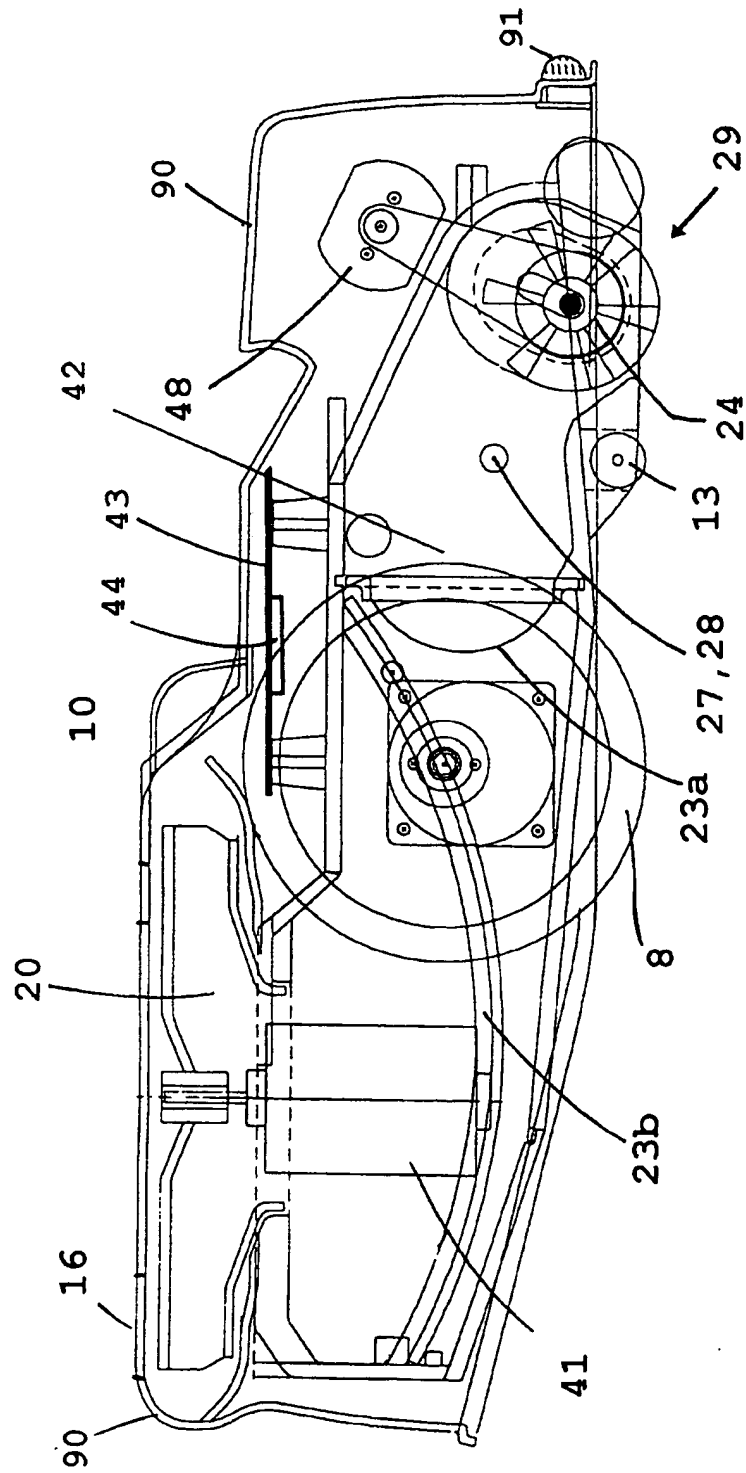


FIG. 9



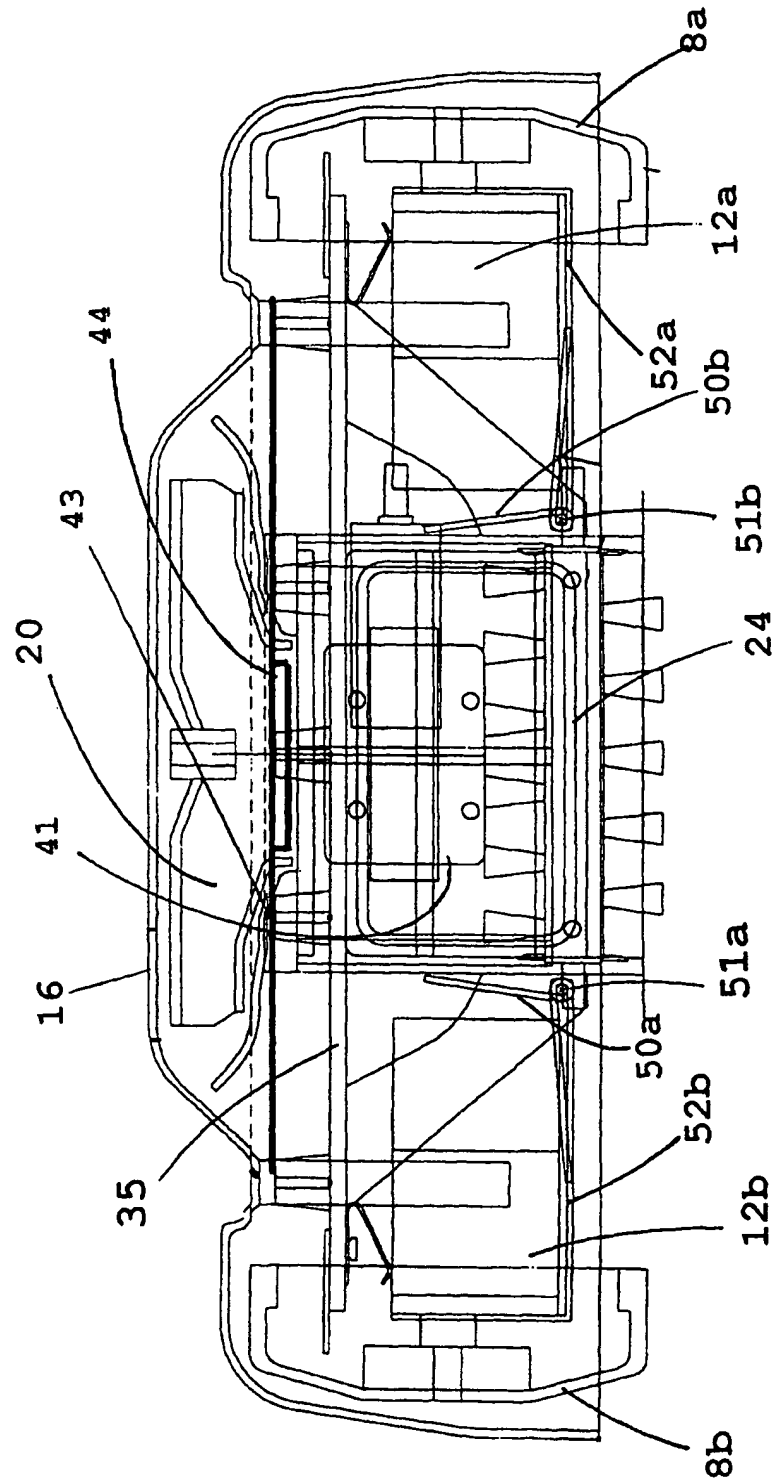


FIG. 10

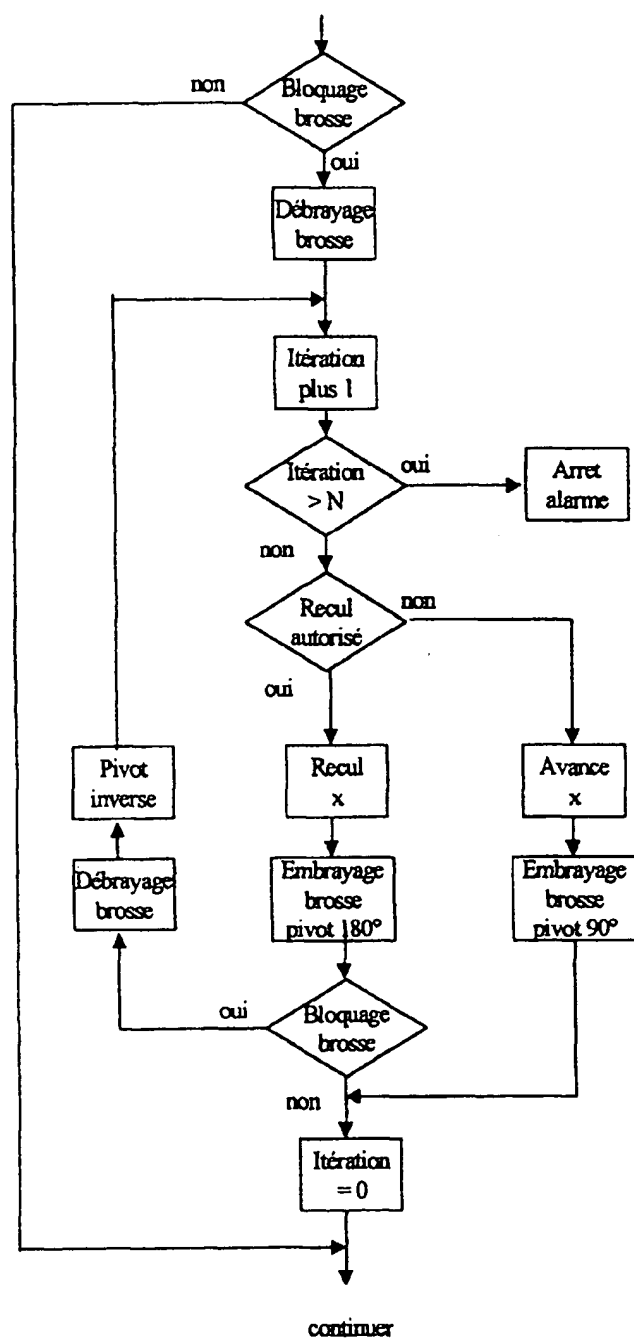


FIG. 11

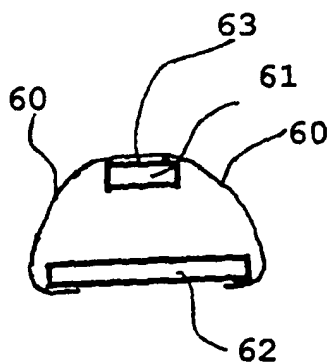


FIG. 12a

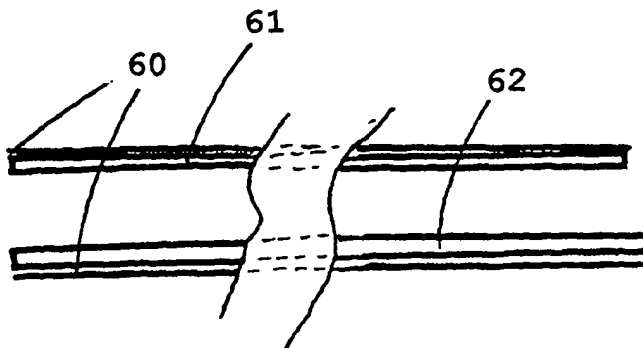


FIG. 12b

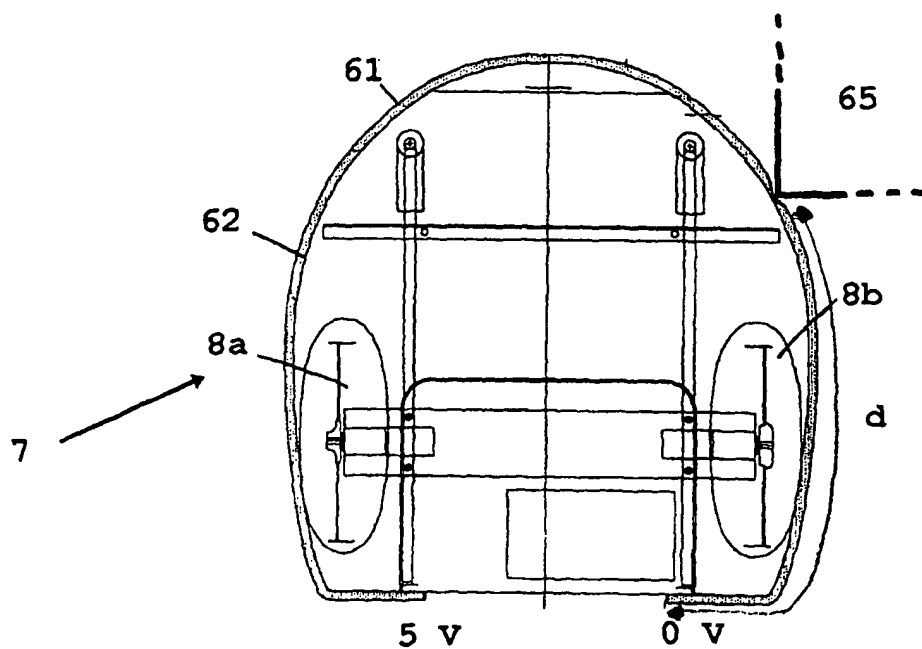


FIG. 12c



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 01 20 2945

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	WO 97 40734 A (ELECTROLUX ABP ;RIISE BJOERN (SE); HAEGERMARCK ANDERS (SE); HULDEN) 6 novembre 1997 (1997-11-06) * abrégé * -----	1	605D1/02 B25J19/00 A47L9/00
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			605D B25J A47L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>14 novembre 2001</b>	Examineur <b>Helot, H</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 CS 02 (04/02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 20 2945

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-11-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9740734	A	06-11-1997	SE 506372 C2	08-12-1997
			AU 710171 B2	16-09-1999
			AU 2797397 A	19-11-1997
			CA 2224735 A1	06-11-1997
			DE 69701375 D1	13-04-2000
			DE 69701375 T2	10-08-2000
			EP 0841868 A1	20-05-1998
			ES 2144861 T3	16-06-2000
			JP 11508810 T	03-08-1999
			SE 9601658 A	31-10-1997
			WO 9740734 A1	06-11-1997
			US 5940927 A	24-08-1999

FPC FORM 1002

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No. 12/82